

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Attorney Docket # 4100-269

Express Mail #EL489599589US
Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of
Helmut HÖSLE
Serial No.: n/a
Filed: concurrently
For: Transmission For Wind Generators



LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

Application No. 100 43 593.9, filed on September 01, 2000, in Germany, upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By *F. Brice Faller*

F. Brice Faller
Reg. No. 29,532
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, New York 10176
(212) 687-2770

Dated: August 31, 2001

Getriebe für Windgeneratoren

5

Die Erfindung betrifft ein Getriebe für Windgeneratoren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung geht von der älteren Anmeldung DE 199 17 605.1-12 aus, die ein
10 Aufsteckgetriebe für Windgeneratoren zeigt. Dieses Getriebe ist auf eine, im Turm einer Windanlage gelagerte, Rotorwelle aufgesteckt und stützt sich an dieser über zwei Lager ab. Mit Drehmomentstützen ist das Getriebegehäuse an den Turm der Anlage angebunden.

Die Rotorwelle wird am getriebefernen Ende von einem Rotorkopf mit Windflügeln
15 angetrieben und leitet das Antriebsdrehmoment über ein Hohlrad in das Getriebe ein. Das Hohlrad ist mit einem Hohlradträger auf der Rotorwelle befestigt und treibt die Planetenräder einer ersten Planetenstufe an. Die gehäusefest gelagerten Wellen tragen jeweils ein weiteres Planetenrad einer zweiten Planetengetriebe-
stufe, die über ein Sonnenrad die Welle eines Stirnrades antreibt. Ein, mit diesem
20 Stirnrad kämmendes, Ritzel treibt über eine weitere Welle den Generator an. Solche Anlagen sind aus vielen Bauteilen aufwendig montiert und ergeben eine große Baulänge.

Hiervon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung eine kompaktere Anlage zu
25 schaffen, die kürzer und leichter baut sowie sich einfacher montieren läßt. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch den erfindungsgemäßen Entfall der Rotorwelle samt ihrer Lagerung im
30 Turm ergibt sich ein besonders vorteilhafter kürzerer Aufbau der Anlage. Dies bewirkt weiterhin die vorteilhafte Möglichkeit das Maschinenhaus zu verkürzen und durch die verminderte Anzahl der Bauteile ergibt sich ein geringeres Turmkopfgewicht, wodurch die Tragkonstruktion kleiner dimensioniert werden kann.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau und den Wegfall einer Fügestelle zwischen Getriebe und Rotorwelle vereinfacht sich die Montage wesentlich, wodurch die Montagezeit vorteilhaft verkürzt wird.

Durch unkomplizierte Verlängerung des Rotors, des Getriebegehäuses sowie des Hohlradträgers läßt sich der Stützabstand der Rotorlagerung verlängern und somit vorteilhaft einfach optimal an die äußeren Kräfteverhältnisse angepaßt werden.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen Gleitlager können beim Anlauf des Rotors in vorteilhafter Weise hydrostatisch angehoben und durch eine einfache Regelung mit steigender Drehzahl in hydrodynamischen Betrieb übergeführt werden.

Eine ballige Zahnkupplung zwischen dem Hohlradträger und dem Hohlrad selbst ermöglicht der Hohlradverzahnung eine Selbstzentrierung auf den Planetenrädern. Durch die vorteilhafte Integration des Rotors mit seiner Lagerung in das Getriebe trägt das Getriebegehäuse auch den Rotorkopf mit den Flügeln, so daß auf zusätzliche Trag- bzw. Lagerkonstruktionen verzichtet werden kann.

15

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt in abgebrochener Darstellung das Kopfbereich des Turmes (13) einer Windkraftanlage mit einer drehbaren Plattform (14). Auf der Plattform (14) ist das Gehäuse (3) des Getriebes (1) und ein Generator (nicht dargestellt) befestigt. Es ist jedoch auch möglich den Generator direkt an das Getriebe (1) anzuflanschen.

Die vom Wind erzeugte Drehbewegung wird vom Rotorkopf (11), der die Flügel (12) trägt, auf einen Rotor (10) übertragen. Der Rotorkopf (11) ist vorzugsweise mit dem Rotor (10) verschraubt – es ist jedoch auch möglich beide Teile in einem Stück herzustellen. Der Rotor (10) ist drehbar im Gehäuse (3, 8) gelagert und mit einem Hohlradträger (7) versehen.

Der Hohlradträger (7) nimmt das Hohlrad (6) auf, das die Kraft in ein bzw. mehrere Planetenräder (5) eintreibt. Auf deren im Gehäuse (3) drehbar gelagerten Wellen sind axial versetzt jeweils ein weiteres Planetenrad (2) angeordnet, die mit einem Sonnenrad (16) kämmen. Vom fliegend zwischen den Planetenrädern (2) zentrierten Sonnenrad (16) wird die Kraft über eine hohlgebohrte Sonnenradwelle (17) zu einer – vorzugsweise innenverzahnten – Nabe (19) geführt, die mit einer

Außenverzahnung an der Sonnenradwelle (17) einen winkelbeweglichen Formschluß bildet. Die Nabe (19) trägt ein Stirnrad (20), das mit einem Ritzel (22), das vorzugsweise direkt auf die Abtriebswelle (21) angefräst ist, kämmt. Von der Abtriebswelle (21) wird die Antriebsleistung direkt oder indirekt in den Generator
 5 geleitet.

Durch das zylindrische Flanschgehäuse (23), das konzentrisch um das Stirnrad (20) herum angeordnet ist, können am Umfang des Stirnrades (20) in besonders vorteilhafter Weise mehrere Abtriebswellen (21) vorgesehen werden. Die Abtriebswellen (21) sind vorzugsweise wie oben bereits beschrieben mit Ritzeln (22)
 10 versehen und treiben jeweils einen Generator an. Es können beispielsweise zwei Abtriebswellen (21) in der vertikalen Symmetrieachse ober- bzw. unterhalb des Stirnrades (20) und / oder zwei Abtriebswellen (21) seitlich links und rechts in der horizontalen Symmetrieachse des Stirnrades (20) am Flanschgehäuse (23) angeordnet werden. Durch diese vorteilhafte Anordnung ist es auf einfache,
 15 kostengünstige Weise möglich mit einem Getriebe (1) mehrere Generatoren anzutreiben.

Der Rotor (10) ist, für die Aufnahme von Steuereinrichtungen zur Beeinflussung der Flügelstellungen, hohl. An den Rotor (10) schließt sich ein Rohr an, das durch das Flanschgehäuse (23) hindurch zur vom Rotorkopf (11) abgewendeten Seite
 20 des Getriebes (1) führt und die Montage von Stalleinrichtungen für die Steuereinrichtungen zuläßt.

Ein wesentlicher Kern der vorliegenden Erfindung liegt in der Integration des Rotors (10) in das Getriebe (1), wodurch das Getriebe (1) zusätzlich die Aufgabe übernimmt, die Gewichtskraft und die Betriebskräfte des Rotorkopfes (11) mit den
 25 Flügeln (12) zu tragen. Der erfindungsgemäße Rotor (10) überträgt die Antriebsleistung dabei über den Hohlradträger (7, 7') direkt in das Getriebe (1), wobei er die Aufgabe einer Abtriebswelle übernimmt und damit das Prinzip der direkten Kraftleitung verwirklicht ist. Durch diese erfindungswesentlichen Neuerungen entfällt sowohl eine Rotorwelle sowie auch mindestens eine aufwendig zu montie-
 30 rende Fügestelle zur Übertragung der Antriebskraft.

Der Rotor (10) wird vorzugsweise durch zwei Gleitlager (9, 15) geführt, wobei ein Lager (15) sich an seinem – im Getriebeinneren liegenden – Ende befindet und am Grundkörper des Gehäuses (3) befestigt ist. Das andere Lager (9) trägt den Rotor (10) auf der dem Rotorkopf (11) zugewendeten Seite und ist an einem

Getriebedeckel (8, 8') befestigt. An dieser Stelle, an welcher der Rotor (10) aus dem Getriebe (1) austritt ist ein nicht näher bezifferter Dichtring vorgesehen.

An dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das äußere Lager (15) als Bundlager ausgeführt und kann auch Axialkräfte aufnehmen. Das innen liegende Lager (15) ist als Loslager vorgesehen. Andere konstruktive Ausführungen zur Aufnahme der Axialkräfte sind auch möglich. Die Lager (9, 15) können beispielsweise auch als Wälzlager ausgeführt werden.

Durch die vorteilhafte kegelige Form des Rotors (10), dessen Durchmesser sich zum Rotorkopf (11) hin vergrößert, ergibt sich am äußeren Lager (9) durch den großen Lagerdurchmesser eine hohe Tragfähigkeit. Aufgrund der Anordnung des Rotors (10) kann die Lagerung (9) ganz nach außen in den Getriebedeckel (8, 8') gelegt werden, wodurch sich eine große Stützbreite zwischen den Rotor-Lagern (9, 15) ergibt. Ohne konstruktiven Aufwand kann diese Stützbreite noch verlängert werden, indem lediglich der Rotor (10) und das Gehäuse (3) breiter gebaut werden.

Beide Lager (9, 15) sind als hydrostatische Gleitlager ausgeführt, die von einer nicht dargestellten Pumpe mit Öl versorgt werden können und somit eine Anfahrhydrostatik besitzen. Zum Anfahren der Anlage werden die Lager (9, 15) hydrostatisch angehoben, indem die elektrische Pumpe mit Strom aus dem angeschlossenen Netz betrieben wird. Mit steigender Drehzahl des Rotors (10) kann durch eine Steuerungs- und Regelungseinheit die Ölpumpe angesteuert werden und der Ölförderdruck gezielt reduziert bzw. abgestellt werden. Dadurch können die Lager (9, 15) gezielt einzeln mit der erforderlichen Schmierölmenge bzw. dem erforderlichen Öldruck versorgt werden. Es lassen sich somit Betriebszustände einstellen, bei denen der Öldruck im Schmierspalt teils hydrodynamisch und teils hydrostatisch oder rein hydrodynamisch aufgebaut wird.

In der oberen Hälfte der Figur ist der Hohlradträger (7) als einteiliges Stück zusammen mit dem Rotor (10) hergestellt, wodurch eine weitere kraftübertragende Fügestelle entfällt. Bei dieser Ausführung ist der Gehäusedeckel (8) mit einer Teilfuge versehen, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel vertikal verläuft. Die vorzugsweise zwei Hälften des Gehäusedeckels (8) werden bei der Montage miteinander verschraubt.

Eine weitere Ausführung ist in der unteren Bildhälfte dargestellt. In dieser Variante ist der Hohlradträger (7') als separates Teil an den Rotor (10) angebaut. Dabei

kann die Fügestelle formschlüssig, beispielsweise mittels Vielnut- oder Kerbzahnprofil oder auch kraftschlüssig, beispielsweise mittels Preß-/Schrumpfsitz, Schrumpfscheibe oder Kegelsitz ausgeführt werden. Kombinationen aus Form- und Kraftschluß, beispielsweise Paßfedern mit Schrumpfsitz der zylindrischen Wellen-/Nabenflächen sind auch denkbar. Im Falle eines Zusammenbaus des Hohlradträgers (7') mit dem Rotor (10) kann der Gehäusedeckel (8') einteilig ausgeführt werden.

In beiden Ausführungsbeispielen (Hohlradträger und Rotor ein- oder mehrteilig) ist das Hohlrad (6) an seiner Außenumfangsfläche über eine ballige Zahnkupplung (4) mit dem Hohlradträger (7, 7') verbunden. Diese ermöglicht dem Hohlrad (6) gegenüber dem Hohlradträger (7, 7') eine Winkelbeweglichkeit und eine axiale Verschiebbarkeit. Dadurch kann sich die Verzahnung des Hohlrads (6) auf den Planetenrädern (5) selbst zentrieren. Vorzugsweise besteht diese Zahnkupplung (4) aus einer balligen Außenverzahnung am Hohlrad (6), die mit einer geraden Innenverzahnung am Hohlradträger (7, 7') zusammenwirkt.

Ohne konstruktiven Mehraufwand lassen sich die Planetengetriebestufen (6, 5, 2, 16) mit Schrägverzahnungen ausführen, wobei sich die Axialkräfte der Planetenräder (5, 2) ausgleichen und die Vorteile wie ruhigere Laufeigenschaften oder höhere Tragfähigkeit von Schrägverzahnungen nutzbar sind. Die auf das Hohlrad (6) wirkenden Axialkräfte müssen in diesem Fall entweder in das Gehäuse (3) oder in den Rotor (10) eingeleitet werden.

Durch eine elastische Befestigung, die eine begrenzte axiale Beweglichkeit der Sonnenradwelle (17) zuläßt, können Antriebsschwankungen, die auf ungleichmäßigen Windverhältnissen oder sonstigen Einflüssen beruhen, gemildert oder kompensiert werden.

Weiterhin ist es durch Mesung der – an der Sonnenradwelle (17) – auftretenden Axialkräfte möglich, Aussagen über die aktuellen Betriebsdaten der Anlage, wie Drehmoment, Leistung usw. zu erhalten. Mit Kenntnis dieser Daten kann dann entsprechend regelnd bzw. steuernd in den Betriebsablauf eingegriffen werden - z. B. Verstellung des Anstellwinkels der Flügel (12) oder Abschaltung bei Überlast und Gefahr der Zerstörung des Getriebes. Dazu ist vorzugsweise an der axial fest gelagerten Nabe (19) ein Sensor (18) angebracht, der die Kraft aufnimmt mit der

die - axial elastisch an der Nabe (19) befestigte - Sonnenradwelle (17) auf die Nabe (19) drückt. Als Sensor (18) ist dafür z. B. eine Kraftmeßdose (auf piezoelektrischen, induktiven o. ä. Prinzipien beruhend) geeignet oder ein Wegaufnehmer, der die Relativbewegungen zwischen der Sonnenradwelle (17) und der Nabe (19) aufnimmt und mittelbar, über die Federkonstante des elastischen Verbindungsgliedes, Aufschluß über die auftretende Kraft gibt.

Die Planetenradwellen sind auf beiden Seiten der ersten Planetenräder (5) im - mit dem Gehäuse (3) eine integrative Einheit bildenden - Planetenträger gelagert. Auf dem freien Wellenende ist jeweils ein zweites Planetenrad (2) angebracht. Das Gehäuse (3) wird hinter dem zweiten Planetengetriebebesatz (2, 16) durch einen – mit entsprechenden Durchbrüchen versehenen – Lagerdeckel (24) abgeschlossen, der verdrehgesichert im Gehäuse (3) zentriert ist. Das Flanschgehäuse (23) umschließt die Stirnradstufe (20, 22) und zentriert sich seinerseits verdrehgesichert an einem umlaufenden Absatz des Lagerdeckels (24). Die zum Gehäuse (3) hinggerichteten Seiten der Abtriebswelle (21) und der Nabe (19) sind im Lagerdeckel (24) gelagert. Die jeweils zweiten Lagerungen von Abtriebswelle (21) bzw. Nabe (19) sind in die Außenwand des Flanschgehäuses (23) eingebracht. Durch den Einsatz des Lagerdeckels (24) kann beim Flanschgehäuse (23) auf eine horizontale Teilung, die ein Abdichtungsproblem mit sich brächte, verzichtet werden.

Das Getriebe (1) läßt sich je nach Ausführungsvariante entweder als komplett vormontierte Einheit auf die Plattform (14) aufbauen oder in Stufen montieren. Für Wartungszwecke läßt sich nach Demontage des zentralen Gehäusedeckels auf der Außenseite des Flanschgehäuses (23) das Sonnenrad (16) mitsamt der Sonnenradwelle (17) aus dem Getriebe (1) herausziehen. Weiterhin ist es möglich die Funktion, der leicht zugänglichen Lager der nicht umlaufenden Planetenradwellen z. B. über Körperschallmessungen zu überwachen.

Durch die vorteilhafte Krafteinleitung über ein Hohlrad (6) in die erste Planetengetriebestufe (6, 5), die ohne ein – die Belastbarkeit begrenzendes – Sonnenrad auskommt, ergeben sich günstige Voraussetzungen für die Auslegung, so daß

- sehr kompakt gebaut werden kann. Die somit nach außen verlagerte Belastungsgrenze und die dadurch optimale Ausnutzung der Werkstoffkennwerte kann durch Einsatzhärten der Zähne des Hohlrades weiter erhöht werden. Bei gleichbleibender Leistungsübertragung und gleicher Übersetzung, ist es durch diese besonders
- 5 vorteilhafte Maßnahme möglich, die Zahnbreite schmaler auszulegen oder den Durchmesser des Hohlrades (6) zu verkleinern. Dadurch kann das Bauvolumen und das Gewicht des Getriebes weiter verringert werden oder bei gleichen Abmessungen der Bauteile kann mit dem gleichen Getriebe eine größere Leistung übertragen werden.
- 10 Zur Erhöhung der Belastbarkeitsgrenze der Hohlradzähne können auch andere Verfahren der Oberflächenhärtung, wie beispielsweise Induktionshärten, Flammhärten oder kombinierte Verfahren wie das Carbonitrieren bzw. Nitrocarborieren, angewendet werden.

Bezugszeichenliste

	1	Getriebe
	2	Planetenrad
	3	Gehäuse
5	4	Zahnkupplung
	5	Planetenrad
	6	Hohlrad
	7	Hohlradträger
	7'	Hohlradträger (angebaut)
10	8	Gehäusedeckel (mit Teilfuge)
	8'	Gehäusedeckel (einteilig)
	9	Lager
	10	Rotor
	11	Rotorkopf
15	12	Flügel
	13	Turm
	14	Plattform
	15	Lager
	16	Sonnenrad
20	17	Sonnenradwelle
	18	Sensor
	19	Nabe
	20	Stirnrad
	21	Abtriebswelle
25	22	Ritzel
	23	Flanschgehäuse
	24	Lagerdeckel

Patentansprüche

1. Getriebe (1) für Windgeneratoren mit einem Rotor (10), der über eine mehrstufige Planetengetriebeanordnung (6, 5, 2, 16) und mindestens eine Stirnradstufe (17, 19) mit mindestens einem Generator in Antriebsverbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) im Gehäuse (3, 8, 8') des Getriebes (1) gelagert ist und direkt am Rotor (10) ein Hohlradträger (7, 7') mit einem Hohlrad (6) angeordnet ist.
2. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) in Gleitlagern (9, 15) geführt ist, und mindestens ein Lager (9, 15) auch Axialkräfte aufnehmen kann, wobei die Lager (9, 15) hydrostatisch anhebbbar sind und durch gezielte Ansteuerung einer Ölpumpe in einen Betrieb mit teil- oder voll-hydrodynamischer Schmierung schaltbar sind.
3. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) und der Hohlradträger (7) aus einem einteiligen Stück bestehen.
4. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlradträger (7) form- und/oder kraftschlüssig mit dem Rotor (10) verbunden ist.
5. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlrad (6) durch eine Zahnkupplung (4) mit dem Hohlradträger (7, 7') verbunden ist.
6. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) und der Rotorkopf (11), der die Flügel (12) aufnimmt, aus einem einteiligen Stück bestehen.
7. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die - auf der zur Planetengetriebebestufe (2, 16) hinggerichteten Seite angeordneten - Lagerungen der Stirnradstufe (20, 22) in einem Lagerdeckel (24), der am Gehäuse (3) befestigt ist, aufgenommen sind.

8. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzahnungen der Planetengetriebestufen (6, 5, 2, 16) schrägverzahnt sind.
9. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die – das Sonnenrad (16) tragende – Sonnenradwelle (17) in Axialrichtung federnd beweglich angebunden ist.
10. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (18) vorgesehen ist, der die Axialkraft der Sonnenradwelle (17) aufnimmt.
- 10 11. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne des Hohlrades (6) oberflächengehärtet sind.
12. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang des Stirnrades (20) zwei oder mehr Abtriebswellen (21) im Flanschgehäuse (23) angeordnet sind, deren Ritzel (22) mit dem Stirnrad (20) kämmen und jeweils einen Generator antreiben.

Zusammenfassung

Getriebe für Windgeneratoren

Getriebe (1) für Windgeneratoren mit einem Rotor (10), der über eine mehrstufige
5 Planetengetriebeanordnung (6, 5, 2, 16) und eine Stirnradstufe (17, 19) mit einem
Generator in Antriebsverbindung steht, wobei der Rotor (10) im Gehäuse (3, 8, 8')
des Getriebes (1) gelagert ist und direkt am Rotor (10) ein Hohlradträger (7, 7') mit
einem Hohlrad (6) angeordnet ist.

Das Getriebe (1) stellt einen kompakten Antrieb mit hoher Übersetzung für den
10 Antrieb von Generatoren durch Windkraft dar und ermöglicht eine einfache
Montage.

(Einzige Figur)

